高端科技智库开展“双碳”战略研究思考

宋大伟

中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

摘 要 我国作为全球最大的能源生产国、消费国和碳排放国，实现“双碳”目标的“路线图”“施工图”和“时间表”举世瞩目，将是世界上史无前例的最大规模、最大范围的能源战略转型！这次能源战略转型过程实质上是中国迈向制造强国、科技强国、经济强国的过程。高端科技智库应把“双碳”战略研究作为发挥聚智、善谋、咨政作用的重要任务，坚持需求导向和问题导向、科学导向和前沿导向、目标导向和政策导向，重点围绕“碳达峰十大行动”实施不断提出具有全局性、战略性、前瞻性的咨询报告和政策建议，持续提升决策影响力、学术影响力、公众影响力和国际影响力。

关键词 高端科技智库，能源战略转型，实现“双碳”目标，10个研究方向

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20211130001

能源是人类经济社会发展的核心战略资源，每一次能源革命都与科技革命、工业革命和大国博弈相伴相生。当今世界，在百年变局和世纪疫情交织叠加影响下，国际政治经济格局和全球治理机制发生重大而深刻的变化。中美关系进入两国建交以来异常严峻考验期，新一轮科技革命和产业变革进入暴发增长期，世界经济体系和全球产业分工进入深度调整期，各国经济社会数字转型和绿色转型进入交汇发展期。我国在这种国际大背景下提出力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和（以下简称“双碳”目标），是党和国家基于中华民族伟大复兴和构建人类命运共同体作出的重大战略决策，彰显了中国应对全球气候变化的大国担当和推进绿色低碳发展的战略意志。习近平总书记强调，“实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革”，从根本上阐释了实施“双碳”战略的本质要求和深远意义。2021年9月，中共中央、国务院下发了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》；同年10月，国务院印发了《2030年前碳达峰行动方案》，提出了“碳达峰十大行动”。这些战略部署为

修改稿收到日期：2021年11月27日

我国迎接绿色革命、加快绿色发展、建设绿色社会、走向绿色文明指明了方向。

我国作为全球最大的能源生产国、消费国和碳排放国，实现“双碳”目标的“路线图”“施工图”和“时间表”举世瞩目。中国实现“双碳”目标将是世界上史无前例的最大规模、最大范围的能源战略转型！这次能源战略转型过程实质上是中国迈向制造强国、科技强国、经济强国的过程，在用30年走别人没有走过的路途中，啃的是一块又一块“硬骨头”、打的是一场又一场“攻坚战”！高端科技智库应把“双碳”战略研究作为发挥聚智、善谋、咨政作用的重要任务，坚持需求导向和问题导向、科学导向和前沿导向、目标导向和政策导向，重点围绕“碳达峰十大行动”实施不断提出全局性、战略性、前瞻性的咨询报告和政策建议，持续提升决策影响力、学术影响力、公众影响力和国际影响力。

1 关于能源布局科学化问题

深入研判全球能源战略格局和能源生产消费结构深刻变化调整的总体走势，分析我国布局以实现“双碳”目标为导向的清洁低碳、安全高效的能源体系中，支撑保障我国现代化进程各发展阶段能源和资源有效供给及科学利用的路径。

重点研究：① 坚持经济发展规律、科学发展规律、能源发展规律，统筹建设具有中国特色的现代能源体系、能源矿产资源综合开发利用体系、水资源保护与高效利用体系的问题；② 根据能源产业门类、产业要素、产业分工、产业链环的地域分布与资源优势，分析资源密集型、劳动密集型与资金密集型、技术密集型产业能源转型层级及关联效应的问题；③ 合理确定能源产业发展定位与目标、发展方向与重点、发展路径与举措，在新阶段走出一条绿色低碳循环发展新路的问题；④ 优化区域布局、优化空间结构、优化资源配置、优化经济规模、优化建设时序、优化投入产出，坚决防止能源经济领域盲目决策、跟风投资、重复建设、破坏生态的问题[1,2]。

2 关于能源结构绿色化问题

深刻认识实现到2025年非化石能源消费比重达到20%左右目标是“双碳”目标的基础工程。因此，既要推进高碳能源清洁化，又要加快低碳能源规模化；在产品全生命周期实行绿色化、标准化、减量化、资源化、循环化，积极有序达到化石能源与绿色能源交替更迭。

针对高碳能源清洁化，重点研究：大力推进化石能源清洁高效利用，特别是煤炭减量替代和转化利用效率，跟踪推进煤化工与石油化工耦合技术和二氧化碳的规模化利用技术研发，提高超临界和超超临界燃煤发电及煤气化联合循环发电、重点行业节能降碳和重点产品能耗限额等方面技术水平进展的情况。

针对低碳能源规模化，重点研究：氢能生产、储存、应用关键技术研发、示范和规模化推广，推动可再生能源、大容量储能、页岩油气开发、能源互联网、先进安全核能等方面技术突破，以及可再生能源开发与化石能源多能互补、与现代电网融合发展，提升集中式发电、多能式互补、高效式存储、分布式利用效能的做法[2-4]。

3 关于能源供应多元化问题

全面把握构建煤、油、气、核、新能源、可再生能源多元化能源供应体系的趋势变化和因应之策。当前，我国一次能源自给率稳定在80%左右，但煤炭消费在一次能源中占比过高和石油、天然气对外依存度过高的状况短期内难以改变。因此，油气资源的可获得性和安全性仍将是中国需要优先解决的紧迫问题。由于当下世界政治、经济、军事形势风云变幻，统筹应对油气来源、国际油价、运输通道和能源外交四大风险尤为重要，必须在立足国内保障能源供给的同时

增强全球油气资源配置能力和应急处置能力。

重点研究：① 在世界政治、经济和油气市场格局调整中保障能源安全供应的问题；② 推进南海、东海油气资源开发和建设一批长期可靠稳定的海外能源基地保障能源安全供应的问题；③ 增强与我国油气消费能力相匹配的定价权和话语权保障能源供应安全的问题；④ 完善国家石油、天然气、煤炭等能源战略储备体系保障能源供应安全的问题；⑤ 建设中缅国际海运大通道、破解马六甲困局、保障能源供应安全的问题[2,9]。

4 关于能源消费低碳化问题

关注了解绿色生产制造、绿色生活方式、绿色生态环境发展，提高能源利用效率、节能减排效果、循环经济效益，以及建设低投入、高产出，低能耗、少排放，能循环、可持续的国民经济体系进展动态。当前，工业、交通、建筑三大领域占我国能源消费的 90% 以上，因此一定要坚定不移地发展绿色制造、绿色交通、绿色建筑！

重点研究：① 资源节约型、环境友好型、生态安全型经济社会结构重塑，推广城乡建设中发展绿色经济、低碳经济、循环经济的做法；② 应用绿色创新技术、清洁生产技术、节能环保技术、循环利用技术、再生制造技术、净化治污技术等，全面打造重点行业和领域的低碳产业链、静脉产业链和绿色供应链的做法；③ 强制实行节能标准制度、能效标识制度和能效“领跑者”制度的长效机制，彻底改变传统“获取—制造—丢弃”的线性工业模式和能源消费模式的做法；④ 提高煤炭作为化工原料的综合利用效能，促进煤化工产业高端化、多元化、低碳化的做法[4-6]。

5 关于能源科技协同化问题

调研掌握建设体系完备、自主可控、国际先进的能源科技创新体系，在能源转型的重要领域抢占科技竞争和未来发展制高点的主要动向。

重点研究：① 能源领域关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术研发，全面支撑能源资源、能源生产、能源输送、能源消费、能源材料、能源装备、能源系统集成等方面变革的情况；② 重大能源科技需求领域的能源科技创新进展和能源科技供给能力提升，跟进氢能、储能、核聚变、可燃冰、无线电能传输等前沿技术突破的情况；③ 能源科技构建多学科、多技术、多领域跨界、交叉、融合、协同为特征的创新生态系统，加快能源经济领域科学发现、技术发明、工程建设、产业发展一体化进程的情况；④ 能源行业科技领军企业、新型研发机构和开源创新平台建设中，发展产研合作联盟、风险投资基金、技术转移服务、知识产权保护的情况；⑤ 能源转型全过程创新的链接能力和产学研各主体的创新合力，统筹推进知识创新、技术创新、区域创新、国防创新和军民融合创新的情况[7,9]。

6 关于能源金融市场化问题

着力研判绿色金融通过市场机制实现能源产业资本与金融资本优化聚合，促进能源转型中产融结合、良性互动、协调发展的金融创新活动，特别要严格警惕在发展新能源金融过程中过度金融化风险。

重点研究：① 发挥金融支持绿色低碳发展的资源配置、风险管理和市场定价功能的做法；② 形成绿色金融标准体系、金融机构监管和信息披露机制、激励约束机制、绿色金融产品和市场体系、绿色金融国际合作的做法；③ 节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级、绿色服务等领域绿色投融资管理的做法；④ 绿色金融体系通过绿色信贷、绿色债券、绿色发展基金、绿色保险等金融工具支持经济绿色转型的做法；⑤ 能源金融防范环境风险、技术风险、行为风险和介入风险，有效降低能源交易杠杆率和规范衍生品的做法；⑥ 探索开展绿色技术成熟

度、绿色制造成熟度、绿色产品成熟度、绿色市场成熟度、绿色产业成熟度评价的做法[4]。

7 关于能源系统智慧化问题

系统总结“互联网+”智慧能源作为一种能源转型的新技术、新模式、新形态，对能源生产消费革命、能源市场扩大开放和能源产业优化升级的推进作用。

重点研究：① 建设能源生产消费的智能化体系、多能协同综合能源网络、能源系统信息通信基础设施需要解决的问题；② 建设开放共享的清洁能源优化配置平台，发展分布式能源和微电网、储能和电动汽车应用、智慧用能和增值服务、绿色能源灵活交易、能源大数据服务应用等方面的情况；③ 推动能源互联网关键技术攻关、核心设备研发和标准体系建设，促进能源互联网技术、标准和模式的国际应用与合作取得的突破；④ 拓展用能诊断、能效提升、多能供应等综合能源服务，提升全社会终端用能效率和引导用户主动节约用能，通过市场手段统筹能源电力发展和节能减碳目标实现的做法；⑤ 全球能源互联网统筹利用资源差、时区差、季节差、电价差，促进全球清洁能源科学合理开发和高效配置使用的做法[2,7]。

8 关于能源装备国产化问题

跟踪分析能源成套技术装备、节能环保装备、绿色制造装备总体水平和进口替代进展，在战略必争领域和关键核心产业必须逐步用中国装备来装备中国。

重点研究：① 我国建立完备的水电、核电、风电、太阳能发电等清洁能源装备制造产业链，成功研发页岩油气勘探开发、煤炭绿色高效智能开采、煤制油气产业化、特高压远程输电等领域的技术和装备方面的经验；② 美国、日本和德国高端装备制造业发展路径和比较差距，提出解决产业集中度低、技术创新能力弱、设备成套水平差、国际知名品牌少的措施；③ 能源装备重点领域如何提高配套性、系统性和国产化、国际化水平，提高产品更新换代、国际合作和自主创新能力，提高产品出口创汇、替代进口比重和国际市场份额的情况；④ 突破影响我国能源装备制造业走向中高端的关键技术、关键设备、关键零部件、关键工艺和关键原材料的“瓶颈”制约，推广创新链、产业链融合发展实现节能减排、提质降耗、增产增效的示范企业[9]。

9 关于能源基地集约化问题

高度重视能源资源集约化、规模化、高效化利用，有效解决过度开发、分散生产、粗放经营、损失浪费问题。这是贯彻落实新发展理念、实现我国经济高质量发展必然要求。

重点研究：① 进一步优化能源矿产开发结构，规划建设若干个能源矿产集中开发区，促进能源矿产开发活动的空间集聚及集约开发，改变能源矿产开发“多、小、散”局面的进展；② 煤炭行业安全、绿色、智能化开采和清洁、高效、低碳、集约化利用，建设生态矿井、发展循环经济、构造现代化煤炭经济体系的进展；③ 千万千瓦级“风光储输”一体化的多能型、清洁型、互补型、集约型能源生产基地建设布局的进展；④ 制造企业从传统制造转向绿色制造、服务制造和智能制造过程中，综合实现制造成本最小化、产品质量最优化、劳动效率最高化的集约化管理的进展；⑤ 农村生物质能集约化综合开发利用、创新高效开发利用，发展能够生产“绿色石油”的能源植物的进展[4-6]。

10 关于能源产业数字化问题

充分发挥数字技术融合创新及应用在促进能源转型、实现“双碳”目标中的战略作用，驱动能源产业技术变革、生产变革、管理变革、体制变革加速到来。

重点研究：① 推广应用 5G 通信、人工智能

（AI）、物联网、云计算、区块链、数字孪生等智能技术群，为能源转型提供高科学性、高经济性、高操作性、高可靠性技术服务的做法；② 新型数字基础设施、新型数字技术应用、新型数字产品服务、新型数字市场培育，促进能源产业数字化转型的做法；③ 建设“数字工厂”“数字物流”“数字网络”，推进产品设计、精益生产、流程再造、市场开发、售后服务、经营决策数字化的做法；④ 推广应用“数据+算力+算法”在能源、资源、环境领域深度融合创新，对碳排放、碳捕集和碳达峰、碳中和精准计量及预测的做法；⑤ 利用数字技术健全绿色国内生产总值（GDP）、工业增加值等核算方法，衡量国家、区域和产业真实增长与发展而进行量化分析的做法[7,8]。

实现“双碳”目标，既是中国的国家战略，更是全球的共同行动。高端科技智库要始终在坚持共同但有区别的责任原则、公平原则和各自能力原则之下贡献中国智慧和中国力量，深入研究加强国际绿色经贸、技术与金融合作，打破技术壁垒、贸易壁垒、资金壁垒，尽快形成应对气候变化具有约束力的国际法规则体系。应该看到，现有清洁能源技术还远远不能满足绿色低碳转型的需要，高端科技智库应重点跟踪研究国际绿色低碳技术进展情况。根据国际能源署评估，在支撑全球实现《巴黎协定》提出的到 21 世纪末 2℃以内温升目标的 38 项关键清洁能源技术中，仅有太阳能电池、生物质能、电动汽车、照明 4 项技术的发展进度符合需要，海上风电、智能电网、生物能源、核电、氢能、水泥生产等 23 项技术的发展需要加速，而碳捕获、利用与封存（CCUS），地热能，海洋能，制冷等 11 项技术发展完全无法满足需要[1]。因此，世界主要国家不仅要设定更加明确和可预期的中长期绿色低碳发展目标，持续推进能源、工业、建筑、交通和城市低碳转型，更要凝集力量加强关键技术研发、推动成熟技术应用、扩大新兴技术投资、健全技术转让机制，一道努力为全球向绿色低碳可持续发展转型提供科技保障。特别要重视在后疫情时代避免落后的高排放技术产生“锁定效应”，充分利用绿色低碳创新成果作为经济复苏与新一轮增长动力，国际社会携手共建人类命运共同体和绿色地球村！

参考文献

1 科学技术部. 2019国际科学技术发展报告. 北京: 科学技术文献出版社, 2019: 67-92.

2 中国科学院. 科技强国建设之路: 中国与世界. 北京: 科学出版社, 2018: 285-304.

3 中国科学院. 科技发展新态势与面向2020年的战略选择. 北京: 科学出版社, 2013: 35-72.

4 中国科学院能源领域战略研究组. 中国至2050年能源科技发展路线图. 北京: 科学出版社, 2009: 55-105.

5 中国科学院油气资源领域战略研究组. 中国至2050年油气资源科技发展路线图. 北京: 科学出版社, 2010: 88-104.

6 中国科学院生态与环境领域战略研究组. 中国至2050年生态与环境科技发展路线图. 北京: 科学出版社, 2009: 89-143.

7 张志强. 科技强国科技发展战略与规划研究. 北京: 科学出版社, 2020: 129-158.

8 苏健, 梁英波, 丁麟, 等. 碳中和目标下我国能源发展战略探讨. 中国科学院院刊, 2021, 36(9): 1001-1009.

9 上海市经济和信息化委员会, 上海科学技术情报研究所. 2020世界制造业重点行业发展动态. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2021: 248-265.

Thinking on Strategic Research of Dual Carbon by High-end Sci-tech Think Tank

SONG Dawei

(Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract As the world's largest energy produce, consume, and carbon emission country, China's road map, construction map, and timetable for achieving the dual carbon goal, i.e., peaking carbon emission and achieving carbon neutrality, have attracted worldwide attention, and to achieve such goal, China has to strategically transform its energy system. This energy strategic transformation process is essentially a process for China to build its strength in manufacture, in science and technology, and in a strong economy. High-end sci-tech think tank should take the dual carbon strategic research as an important task to play the role of gathering wisdom and offering advices, and to propose comprehensive, strategic, and forward-looking consulting reports and policy recommendations, with adhering to demand-oriented and problem-oriented, science-oriented and frontier-oriented, goal-oriented and policy-oriented, and focusing on the implementation of ten actions to peak carbon emission. In such way, high-end sci-tech think tank would elevate its decision-making influence, academic influence, public influence, and international influence.

Keywords high-end sci-tech think tank, energy strategic transformation, achieve dual carbon goal, ten research issues



宋大伟 中国科学院科技战略咨询研究院特聘研究员、高级经济师，国务院研究室和中国科学院共建的中国创新战略和政策研究中心共同主任。曾任国务院研究室社会发展研究司司长、综合研究司司长；中国远洋运输（集团）总公司董事、党组成员、纪检组组长，中国远洋控股股份有限公司监事会主席。长期从事工业经济、产业经济、区域经济研究和实践，从事宏观经济与社会发展政策研究和决策咨询服务工作，多次参与《政府工作报告》和中央经济工作会议等重要文件起草，参加多个重点区域发展调研和多项重大课题研究。E-mail: sdw1955@126.com

SONG Dawei Senior Economist, Distinguished Researcher at Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS), and Co-Director of the China Innovation Strategy and Policy Research Center. He was formerly Director of the Social Development Research Department, and Director of the Comprehensive Research Department of the Research Office of the State Council; Board Member, CPC Leadership Group Member, and Head of Discipline Inspection Group of China Ocean Shipping (Group) Company (COSCO); and in addition, Supervisory Board Chairman of China COSCO Holdings Company Limited. He has long been engaged in industrial and regional economy research and practice, macroeconomics and social development policy research, and decision-making consulting services. He has also participated in the drafting of a series of important documents, such as the Government Work Report and the document for the Central Economic Work Conference, and worked in many key regional development research projects and a good number of major studies. E-mail: sdw1955@126.com

■责任编辑：张帆